

炮制“恒星”

全球科学家翘首期待德国“仿星器”测试结果

如果你听说过核聚变,那么你就听说过托卡马克。这种像甜甜圈一样的设备在被加热到让氢原子核熔化的超高温时,可以把一种叫作等离子体的电离气体通过磁场圈在“笼子”中。托卡马克是承载核聚变反应的装置。尽管对工程师来说,它是一种固体的、对称的、操作简便的设备,但是相关工程进展却单调乏味、冗长缓慢。

现在,托卡马克难以驾驭的“表兄弟”也正在走进视线。德国东北部的一个实验室中隐约闪现着微弱的光亮,研究人员正准备启动一个名叫“仿星器”的核聚变装置,这是目前为止最大的核聚变设备。

这台斥资10亿欧元的机器名叫文德尔施泰因7-X(W7-X)。这个光芒闪烁的装置拥有16米宽的直径,上面布满了各种形状和尺寸的设备,无数的电缆从装置上蔓延到各个方向,技术人员不时在此处彼处敲打修补。

期待转折

W7-X看起来有点儿像电影《星球大战》中走私货船船长汉·索罗的“千年隼”号,在经过和帝国舰队的一次战役之后,正处于修理之中。在其内部是重达506吨的磁线圈,这些线圈就像被一个生气的巨人揉乱了一样,稀奇古怪地缠绕在一起。

尽管仿星器从原理上说和托卡马克是一样的,但它们却一直是聚变能研究领域的“黑马”。托卡马克更有利于密封等离子体,并且可保持持续高温,使内部反应不断发生。但是这种类似西班牙艺术家萨尔瓦多·达利风格的装置却具有许多独特之处,可以使其拥有更好的商业核聚变发电前景:一旦被启动,这些仿星器就会自然而然地进入稳定状态,它们不会产生困扰托卡马克装置的让金属变形的磁干扰。然而不利的是,它们的建造难度异常大,因此耗用的金钱也会难以预计,并且比其他核聚变项目的建成时间更加延后。“没有人想象过,建成它意味着什么。”该项目德国负责人Thomas Klinger说。

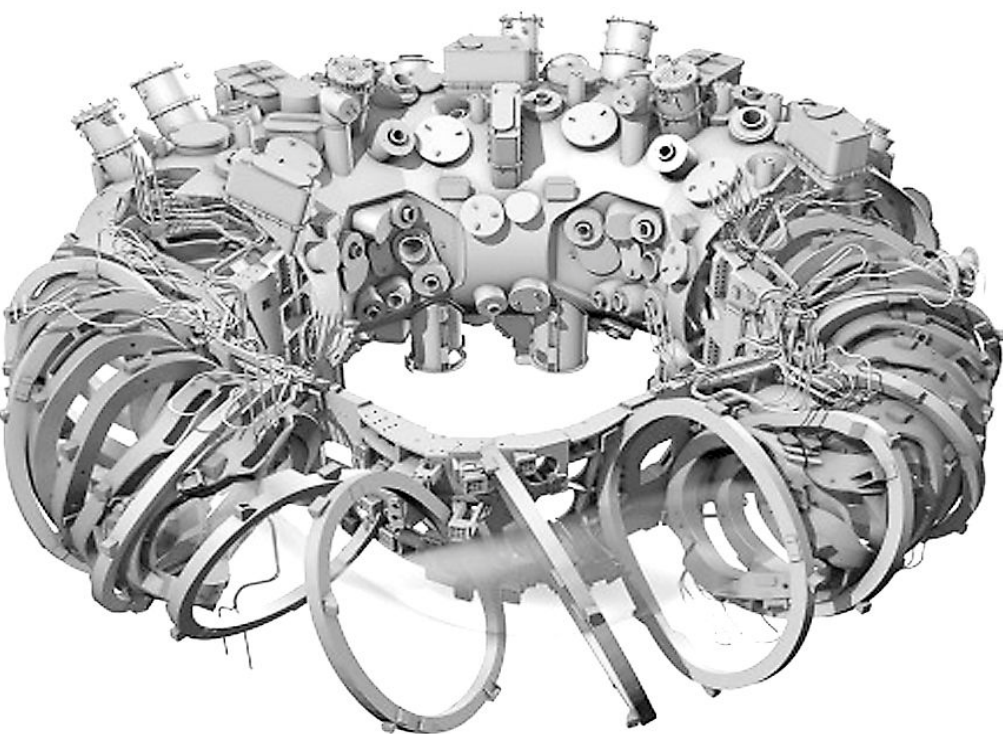
W7-X标志着一个转折点。这台机器坐落于由Klinger担任所长的马普学会等离子体物理研究所(IPP),并且正等待在11月被正式批准运行。这是世界上首台由超级计算机设计的大型仿星器新产品,计算机已经对其绝大部分保护外壳可能遇到的问题进行了运算。如果W7-X的表现可以与一个同样规模的托卡马克装置相媲美,甚至超过后者,那么聚变科学家可能就要重新考量该领域未来的研究进程。“托卡马克研究者在翘首以盼即将发生的事情,全世界都对W7-X充满期待。”美国爱迪逊托马斯威斯康星大学工程学家David Anderson说。

独特优势

W7-X是全球首个大规模仿星器,它的组装已经花费了110万个小时的工作量。它采用了迄今为止设计最为复杂的工程模型之一,必须承受得住剧烈升温后的巨大压力。

“全世界都在等待着,看我们是否能够达到约束时间以及控制其进行一次长时间脉冲。”

核聚变学家翘首以盼全球最大仿星器——德国W7-X核聚变装置测试结果。图片来源:IPP BY C. BICKEL



仿星器面临着所有核聚变装置存在的挑战:它们必须加热及承载超过1亿摄氏度的高温气体,这是太阳核心温度的7倍。如此的高温会从原子上剥离出电子,留下电子和离子构成的等离子体。它可以使离子以足够快的速度运转,以克服其相互排斥及熔化,但它同样使等离子体不可能容纳在常规容器中。取而代之的是,这些等离子体会被约束在一个“磁笼”中。一根携带电流的电线会缠绕在一个管道上,从而在管道中心产生磁场。该磁场会对等离子体产生引力,使之远离磁笼的外壁。为了阻止粒子在末端逃逸,很多核聚变早期研究者曾把管道弯曲成甜甜圈一样的环状或是圆环,形成闭环系统。

但是圆环形状又产生了另一个问题:因为靠近“甜甜圈”核心圆环的线圈比外围圆环的线圈更为密集,因此其内环的磁场比外环的磁场更强。这种不平衡性使得粒子脱离轨道,撞上磁场壁,其解决方法是对经过强磁场和弱磁场的粒子增加一处转折,这样强弱磁场的影响就可以相互抵消。

仿星器是在装置外围增加转折。首个仿星器由普林斯顿大学天文物理学家Lyman Spitzer在1951年建造,该装置通过把管道折成数字“8”的形状来实现这一目的。但是他建立的实验室——新泽西州普林斯顿等离子体物理实验室(PPPL)在后来的仿星器装置中转化了一种更加简便的方法:就像一根拐杖糖那样,在传统的环形管上缠绕更多线圈,从而在内部创建一个扭曲的磁场。

在托卡马克装置中,上世纪50年代苏联发明的一种设计则是从内部进行转折。该装置利用的设计就像是一个电力变压器,可以诱导电子和粒子像电流一样围着管道运转。这样电流可

以产生垂直的循环磁场,当将其置于运行中的另一个管道时,就会产生所需要的螺旋磁力线。这两种方式都可以发挥作用,但是托卡马克装置可以更好地控制等离子体。

在某种程度上,这是因为托卡马克的对称性给粒子提供了更加顺畅的通道。而在仿星器中,Anderson说,“粒子会碰到很多涟漪和扭动”,这会让许多粒子在此过程中丢失。因此,从上世纪70年代开始,大多数核聚变研究都聚焦在托卡马克装置上,比如位于法国的国际热核反应堆(ITER)项目。这是一项投资了160亿欧元的托卡马克装置国际合作项目,它可以产生远高于所消耗的能量,并为未来商业化反应堆铺平道路。

但是托卡马克装置也有严重的缺点。变压器仅能以短脉冲方式驱动等离子体中的电流,这并不适用于商业化的核聚变反应堆。同时,等离子体中的电流还会动摇不定,难以预测,导致“扰乱”:突然间失去等离子体约束,释放出强大的磁场,这种磁场足以毁灭反应装置。这些问题甚至困扰着崭露头角的球形托卡马克装置的设计。

然而,仿星器可以免除这种困扰。它们的磁场完全来自外部的线圈,因此不需要被脉冲,等离子体电流也就不会产生干扰。这两个优势已经让一些团队开始研究相关概念。

翘首以盼

目前在役的最大仿星器是位于日本鸟岛的大型螺旋装置项目(LHD),该装置从1998年起开始服役。如果Spitzer看到这个装置,也会认出它的设计模式——在两个螺线圈的经典模型基础上进行了一些改变的仿星器,它可

以扭转等离子体和其他线圈,从而增加磁约束强度。这个LHD装置保持着当前在役仿星器的几乎所有主要纪录,表现出良好而稳定的操作状态,它接近同样规模的托卡马克装置的运行状态。

首次尝试部分优化仿星器的项目则是文德尔施泰因7-AS(W7-AS),该项目位于慕尼黑附近加兴市的IPP,于1988-2002年运行。它打破了所有同规模仿星器创下的纪录。而威斯康星州的研究人员在1993年开始建造第一个全优化的仿星器,其研发的装置就是螺旋对称实验(HSX)装置,该装置在1999年开始运行。“W7-AS和HSX表明了这种想法的可行性。”物理学家、PPPL仿星器负责人David Gates说。

这一成功增添了美国研究者试图建造更大装置的信心。2004年,PPPL开始利用和IPP不同的优化策略,建造国家级紧凑型仿星器实验(NCSX)装置。但是该项目在组装方面要求达到毫米级的精度,这使得项目经费不断攀升,工程日期不断延后。2008年,尽管该项目已经购置完80%的主要部件,但美国能源部依然终止了该项目。“我们竭尽全力作出的成本估算和工程进度最终付诸东流。”PPPL研究人员、NCSX负责人George Hutch Neilson说。

视线再次回到德国,W7-X相关工程正在进行。德国核能管理部门有望在近期批准该工程继续推进。真正的检验还要等到W7-X充满等离子体的时刻,届时研究人员最终将可以看到它如何持续维持热量。“全世界都在等待着,看我们是否能够达到约束时间以及控制其进行一次长时间脉冲。”PPPL研究员Gates说。如果该项目可以成功,那将意味着核聚变研究进程中的一次巨大突破。(红枫)

科学线人

全球科技政策新闻与解析

146国减排承诺未达到全球气温增幅控制目标



负责联合国气候变化框架公约的Christiana Figueres 图片来源:UN Photo/Sarah Fretwell

在全世界领导人为下个月在法国巴黎举行的国际气候谈判作准备时,联合国气候主管表示,迄今所作出的减排承诺将无法实现全球平均气温和工业化之前水平相比增加2°C——这一目标由政要们达成,旨在阻止全球变暖带来的最危险影响。

“如此多的国家正参与到对抗气候变化的斗争中,这是了不起的一步。它们作出的承诺是向巴黎峰会交付的首批重要成果。”联合国气候变化框架公约执行秘书Christiana Figueres表示,“然而,尽管我们在向着正确的方向前进,但这明显不够。”

Figueres在一份分析这些减排承诺聚合效应的综合报告发布会上作出如上表示。截至10月1日,已有146个国家提交了减排承诺。这些承诺被称为国家自定贡献预案(INDC),是自愿性的。如果被全部执行,它们将使全球每年二氧化碳排放量到2030年减少40亿吨。报告发现,它们还将使人均碳排放相较于1990年水平减少9%。

然而,Figueres表示,如果没有采取进一步行动,这将使全球平均气温到2100年升高2.7°C。

这并不会让科学家或环保组织感到吃惊,他们早已警告说,这些承诺还远远不够。Figueres介绍说,在巴黎谈判代表希望基于现有承诺达成一项国际性协议的同时,将确保定期审查和考虑下一步举措的条款包括进来也非常重要。“我们需要的渐进式的增量努力——每两年左右审查一次,而这会带领全球走上将升温幅度控制在2°C以内的道路。”

比利时布鲁塞尔自由大学气候政策研究人员Sebastian Oberthür表示,为实现这一目标,工业化国家和发展中国家必须再接再厉。

“没有哪个国家或团体能承担起暂停的责任,并且说他们已经做得够多了。”Oberthür表示,但毫无疑问,如果有着更大影响的美国、欧盟或中国能带头设置更具雄心的国内目标,并向较贫穷国家输送援助和技术,全球气候行动将势头大增。

已经提交的INDC是否将具有国际性的法律约束力仍有待商榷。欧盟支持设定强制性目标,而很多国家发现,这种想法很难被接受。Figueres认为,相较于任何强制性措施,源自国家利益的自愿性目标在获得执行方面可能拥有更大几率。(徐徐)

印度科学家抗议 非宗教主义者被杀



图片来源:Sanjeev Verma

过去一周,主流印度科学家就宗教迫害和3位理性思维者名倡导者的死亡表达了关切。

此次行动是一次非同寻常的事件。在印度,科学家极少迈出他们的研究范畴就社会或政治问题进行评论。该行动紧随一些主流作家的强烈抗议而来。自9月起,这些作家纷纷归还他们的国家级奖励,以抗议政府未能阻止印度宗教的极端做法。

抵制迷信的活跃分子Narendra Dabholkar在2013年被杀害,而政治家Govind Panasare和文学家Malleshappa Kalburgi分别在今年2月和8月被杀害。3起死亡事件均被归咎于极端右翼印度教组织成员。Kalburgi的被杀引发了来自作家的抗议。10月初,有暴徒在新德里附近的镇上杀害一名被诬陷屠宰了一头牛的男子(印度教将牛视为神圣的动物)。此后,抗议加剧。10月22日,一群科学家追随作家的抗议,发起了向印度总统Pranab Mukherjee的网上请愿行动,以抗议被杀事件。此次行动收集到268个签名。

10月27日,由新德里印度国家科学院、班加罗尔印度科学院和阿拉哈巴德国家科学院设立的机构——科学伦理科学院组织紧随请愿行动,发表了一份声明。声明指出,印度宪法规定,“其公民必须遵守并且支持理性和科学态度。”

声明继续指出,“然而,我们悲伤且愈发忧虑地发现了很多同宪法对每位印度公民的这种要求相抵触的声明或举动的发生”。而它们应当“被消灭在萌芽状态”。

科学伦理科学院组织成员、印度国家科学院免疫学家Indira Nath表示,该机构想“把理性和科学思维带回主流社会。这是一份不关乎政治的声明,也并非在和当下的政府作对”。

1天后,来自印度主要科研机构的100余位科学家,包括国家级奖项获得者、3位英国皇家学会会员和1位美国国家科学院外籍院士签署第二份声明,就“迫害风气以及科学和理性在该国被侵蚀的方式”表达了深深的忧虑。(宗华)

千米冰层几日穿

超快速南极钻机助力气候记录研究



冰芯使科学家得以分析过去的降水和温度变化。图片来源:Nick Cobbing/Shutterstock/REX

存下来的一系列非常偶然的环境。”斯克里普斯海洋研究所古气候学家Jeffrey Severinghaus表示。在理想状况下,科学家将发现一个厚厚的冰层序列。它们未受到流动冰川的干扰,并且没有被下面的岩石加热太多。可能的位置包括一些高海拔南极冰穹,比如靠近中国昆仑站的冰穹A,或者冰穹C——欧洲研究人员用5年时间在它提取了一块到达拥有80万年历史冰层的冰芯。

如今,研究人员想进一步推进,到达至少拥

有120万年历史的冰层。这将提供关于地球气候一次重要转变的数据。当时,地球上的冰期周期从由10万年模式主导变成一个4.1万年的周期。

知道是什么控制了这一转变以及上升的二氧化碳浓度是否起到一定作用,再加上诸如地球旋转倾角的变化等因素,将帮助科学家更好地理解随着全球变暖冰盖将会如何表现。“如果我们不能弄清楚这一点,就真得无法了解我们今天拥有的气候。”Severinghaus表示。

钻探冰盖是一项乏味的工作,因为取回长长的冰芯需要数年的现场工作。冰芯保持了可回溯至几万年前的连续气候记录。

如今,深入探索地球历史有了一种更加快捷的方法。气候研究人员急于获得拥有150万年历史的冰盖,这几乎是最古老的现存冰芯年龄的两倍。为此,他们研制了新一代“快速进入”冰钻。其中,一些钻探用具有在10月开始的南极野外考察季期间进行了首次大规模测试。

用这些快捷的工具穿透几千米厚冰层仅需花费约一周而非数年时间。它们闪电般地穿过冰盖最上层,然后到达下面的古代冻土层。在那里,被困住的微小气泡充当了已消逝环境的“时间胶囊”。

最大和最具雄心的机器之一是一个名为“快速进入冰钻”(RAID)的项目。11月,它将从位于美国犹他州盐湖城的建造工地被运送到南极麦克默多站。12月,“英国南极考察”则将在南极半岛的蓝天站测试一个小很多的钻机。它的名字也叫RAID,是“快速进入同位素钻探”之意。

不过,这些钻机为追求速度而牺牲了细节。它们在行进时会把冰凿碎或融化,因此提取一块完好无损的冰芯是不可能的。然而,这些快捷的钻机将对研究人员在未来的野外考察季有可能返回的地方进行快速考察,使其以更加从容的节奏提取完整冰芯。例如,耗资1005万美元的美国RAID钻机,旨在约一周的时间里穿透超过3千米厚的冰层。这种速度使其得以在南极附近“四处游走”,并且在每个考察季都能钻探若干勘探点,而不是在几个考察季里只能钻一个孔。

即便如此,找到地球最古老的冰层并非易事。“我们正在寻找使极其古老的冰层得以保